

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月20日
Date of Application:

出願番号 特願2002-369283
Application Number:

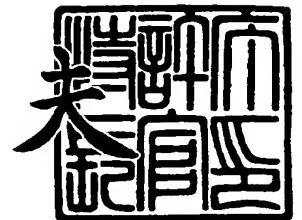
[ST. 10/C]: [JP 2002-369283]

出願人 富士ゼロックス株式会社
Applicant(s):

2004年 1月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3110155

【書類名】 特許願

【整理番号】 FE02-01644

【提出日】 平成14年12月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R 31/28
G01R 31/304
H05K 1/03
H05K 1/03 630
H05K 1/03 670
G01R 33/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 山田 紀一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 中川 英悟

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 里永 哲一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 上床 弘毅

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 安川 薫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい
富士ゼロックス株式会社内

【氏名】 足立 康二

【特許出願人】

【識別番号】 000005496

【氏名又は名称】 富士ゼロックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086298

【弁理士】

【氏名又は名称】 船橋 國則

【電話番号】 046-228-9850

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007364

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 故障診断方法、故障診断システム、プリント配線基板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回路基板の配線や搭載部品内部などの診断対象部位を流れる電流から発生する磁束を磁界センシング部としての機能をなすコイルの巻線に通過させることで前記磁界センシング部に発生する誘導起電力を読み取り、この読み取った誘導起電力と予め測定しておいた正常状態の誘導起電力とを比較することにより、前記回路基板の配線や搭載部品の故障の有無を診断する故障診断方法であって、

前記磁界センシング部としてのスパイラルコイルを、前記診断対象部位に対向し、かつ前記スパイラルコイルの磁路長が前記診断対象部位の幅と略同一もしくはそれ以下で、さらに当該診断対象部位を流れる電流方向に対して垂直かつ固定的に配置することを特徴とする故障診断方法。

【請求項 2】 回路基板の配線や搭載部品などの診断対象部位における故障の有無を診断する故障診断システムであって、

磁界センシング部としての機能をなすコイルであって、前記診断対象部位に対向し、かつ前記スパイラルコイルの磁路長が前記診断対象部位の幅と略同一もしくはそれ以下で、さらに当該診断対象部位を流れる電流方向に対して垂直かつ固定的に配置されたスパイラルコイルと、

前記診断対象部位を流れる電流から発生する磁束が前記磁界センシング部としての機能をなす前記スパイラルコイルの巻線を通過することで前記磁界センシング部に発生する誘導起電力を読み取り、この読み取った誘導起電力と予め測定しておいた正常状態の誘導起電力とを比較することにより、前記診断対象部位の故障の有無を診断する故障診断部と

を備えたことを特徴とする故障診断システム。

【請求項 3】 前記スパイラルコイルは、前記回路基板上にプリント配線パターンにより形成された対向する 2 層の導体層の一部を切り取ってできる複数の導体と、前記複数の導体のそれぞれの間を垂直に接続するスルーホールによって構成されており、

さらに、当該スパイラルコイルの磁路長が、前記診断対象部位に応じた所定の配線パターンと略同一もしくはそれ以下に設定されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の故障診断システム。

【請求項 4】 前記回路基板は、基板を複数積層してなる多層基板であって

、
前記スパイラルコイルは、前記多層基板の 2 層のプリント配線パターンにより形成されている

ことを特徴とする請求項 3 に記載の故障診断システム。

【請求項 5】 前記スパイラルコイルは、前記回路基板とは別のプリント配線基板上に形成されており、

当該スパイラルコイルが形成されたプリント配線基板が、前記スパイラルコイルと前記診断対象部位とが対向するように前記回路基板に密接して配置されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の故障診断システム。

【請求項 6】 前記スパイラルコイルが形成されたプリント配線基板は、フレキシブル配線基板である

ことを特徴とする請求項 5 に記載の故障診断システム。

【請求項 7】 前記スパイラルコイルを形成する導体を有する 2 層の導体層の間に、絶縁性磁性体層が設けられている

ことを特徴とする請求項 3 から 6 のうちの何れか 1 項に記載の故障診断システム。

【請求項 8】 前記回路基板は、前記スパイラルコイルの巻線を形成するケーブル部材と、このケーブル部材の物理的な位置を固定する固定部材とを備えている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の故障診断システム。

【請求項 9】 請求項 2 に記載された故障診断システムに使用されるプリント配線基板において、

磁界センシング部としての機能をなすコイルであって、前記診断対象部位に対向し、かつ前記スパイラルコイルの磁路長が前記診断対象部位の幅と略同一もし

くはそれ以下で、さらに当該診断対象部位を流れる電流方向に対して垂直かつ固定的に配置されたスパイラルコイルを備えていることを特徴とするプリント配線基板。

【請求項 10】 前記スパイラルコイルは、前記回路基板上にプリント配線パターンにより形成された対向する 2 層の導体層の一部を切り取ってできる複数の導体と、前記複数の導体のそれぞれの間を垂直に接続するスルーホールによって構成されており、

さらに、当該スパイラルコイルの磁路長が、前記診断対象部位に応じた所定の配線パターンと略同一もしくはそれ以下に設定されている

ことを特徴とする請求項 9 に記載のプリント配線基板。

【請求項 11】 複数枚の基板を積層してなる多層基板であって、
前記スパイラルコイルは、前記多層基板を構成する 2 層のプリント配線パターンにより形成されている

ことを特徴とする請求項 10 に記載のプリント配線基板。

【請求項 12】 前記スパイラルコイルは、前記回路基板とは別のプリント配線基板上に形成されていることを特徴とする請求項 9 に記載のプリント配線基板。

【請求項 13】 前記スパイラルコイルが形成されたプリント配線基板は、フレキシブル配線基板であることを特徴とする請求項 12 に記載のプリント配線基板。

【請求項 14】 前記スパイラルコイルを形成する導体を有する 2 層の導体層の間に、絶縁性磁性体層が設けられていることを特徴とする請求項 9 から 13 のうちの何れか 1 項に記載のプリント配線基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回路部材を搭載した回路基板を備えた装置、たとえばプリント装置、ファクシミリ装置、あるいはそれらの機能を有する複合機などの装置における、回路部材の動作、性能の異常、あるいは故障を予測したり検出したり（以下纏

めて故障診断という) する方法、この故障診断方法を実施する故障診断システム、並びに、この故障診断システムに使用するプリント配線基板に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

パーソナルコンピュータや複写機などの電子機器は、近年、性能、機能の向上に伴い、益々、それらを実現するための様々な用途のアナログおよびデジタルの電子回路がプリント基板の形で格納されてきている。

【0 0 0 3】

また、自動車や航空、ロボットや半導体設計装置など、他の産業機器においても動作制御などの手段として、信頼性が高く、高速・高精度での動作が可能な電子回路基板が数多く搭載されている。これらの電子回路基板は一連の機能を実現するために、様々な形でケーブルを介して接続されることにより、所望のスペックが実現されている。

【0 0 0 4】

このような基板が搭載される機器が使用される環境は、通常はオフィス内であったり、家屋内であったりするが、それ以外の過酷な環境下で使用される場合もあり、非常に多岐にわたっている。特に使用環境が劣悪である場合には、通常の方法で使用していたとしても、検出が困難な様々な異常や故障が発生し、その修復には多大な労力を要することになる。

【0 0 0 5】

また、通常の使用環境下で使用している場合でも、電子回路の異常や故障が発生し、その頻度は必ずしも低いとは言えず、検出箇所を特定できないこともしばしば生じていた。さらに、電子回路基板に異常が発生した場合には、安全性やコストなどの面から早急な対応が必要でもあった。

【0 0 0 6】

故障診断の一般的手法としては、テスターなどの測定装置を用いて主要な個所の電圧や信号波形を監視（モニタ）しながら故障個所の特定する。しかし、このような診断方法では様々な個所の測定を行なわなければならない、故障診断に手間がかかってしまい、作業効率が悪いという問題があった。

【0007】

そこで、効率のよい診断手法として、装置の起動時などに装置自身が各基板や電子回路の故障の診断を行なうようにした自己診断システム (Diagnostics system) がある。この自己診断システムでは、予め電子回路の設計時に回路動作をモニタするための故障診断回路を設けて、たとえば、装置が動作しているときの信号パターン (期待値) を回路モジュールごとあるいは基板ごとさらには回路部位ごとにモニタして予め記憶しておき、実動作時の診断回路の出力と期待値とを比較し、故障発生の有無を診断し、故障箇所を特定するようにしている。

【0008】

たとえば、複写機やプリンタなどの異常や故障情報の連絡がサービスセンタに入った場合、修理担当者が現地に駆けつけて機器に記録されている故障箇所情報や故障履歴の情報などをもとに故障部位の特定を行ない、交換する、あるいは修復作業を行なう、などの措置手段を講ずることがある。あるいは、これらの機器がネットワークに接続されており、自動的にこれらの情報を管理する部署へ、状態の管理や故障情報などを伝送する場合には、これらの情報をあらかじめ解析した上で、修理担当者により、同様の措置が取られることもある。

【0009】

しかし、上述のような異常や故障が発生した場合には、通常、機器は使用不可能となり、ダウンタイムが生じてしまう、というユーザ側にとってのデメリットが発生する。また、メーカ側にとっても、故障部位の特定に手間取ったり、故障部位が必ずしも正確に特定できるとは限らず、故障と考えられる部分を全て交換するなどの措置により、多大なコストが発生したり、あるいは修理そのものに時間がかかってしまう、マンパワー的な対応が追いつかない、といったような状況が発生している。したがって、ユーザ側およびメーカ側双方にとって、多大な損失を被る状況が多発しているという事実がある。

【0010】

一方、近年の性能および機能の向上に伴って電子回路の動作はますます複雑化しているために、故障を検出するためにモニタする箇所や信号のデータ幅が増大し、故障診断回路の規模が大きくなるため設計工数が増え、電子回路のコストが

高くなるという問題があった。

【0011】

そこで、故障部位を特定したり発生自体を予測したりする場合、特定する精度を上げたり、特定するまでの時間的なロスを削減したりするなど、様々な異常状態や故障状態を漏れなく把握する、これらの構成を簡単かつ低コストで実現する、といった方法について様々な試みがなされている。

【0012】

たとえば、特許文献1には、電子回路を流れる電流が発生する磁界を検出する装置が開示されている。この特許文献1に提案されている装置は、高密度実装されたプリント回路基板やLSIなどの回路配線において、隣接配線の影響を抑えて1本のみの配線の電流による磁界を高分解能でしかも非接触で測定するものである。このような装置を用いることで、故障診断を行なう電子回路に予め診断回路を設けることなく、電子回路の動作モニタをすることが可能である。

【0013】

【特許文献1】

特開平11-38111号公報

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1に記載の手法では、回路基板上の信号線の状態や電流から発生する磁界を非接触のまま高精度にセンシングすることは可能であるものの、磁界をセンシングする手段として高価な専用プローブ（センシング用プローブ）を使用する必要があるため、故障検出コストが掛かる。

【0015】

また、センシング用プローブは任意の配線や端子の状態を見るため、その近傍にプローブを近づけて観察する必要がある。これは、1つのプローブで検知できる範囲が狭く精度良く診断するには診断部位に近接させることが必要とされていたからである。したがって、たとえば図8に示すように、プローブを対象部位に近づけるための手段として人の手を介在する手法を採用するか、もしくは、メカニカルな手段を利用してプローブを移動させる必要がある。したがって、電子機

器などのシステムに電子回路基板を組み込んだ状態での測定は難しく、オフラインで電子回路基板の故障診断をしなければならず、多大な時間と手間が必要になる。また、プローブと検査対象部位との位置関係を固定することが難しく、精度のよい検査をすることが難しい。

【0016】

また、任意の複数の範囲の回路動作をモニタするため、複数の専用プローブをシステムに組み込んで、電子回路基板の全体に亘って回路動作をモニタしようとする、と、多大なコストが掛かる。一方、このような移動の手法を採用しない場合や、組み込み数が少ない場合には、そのプローブ位置近傍の範囲しか検出できず、検出範囲が非常に狭くなる。

【0017】

このように、従来の故障診断の手法では、コスト面および故障診断の対象部位の設定の自由度という点では、必ずしも使い勝手のよいものとなっていない。

【0018】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、使い勝手のよい故障診断の仕組みを低コストで実現することのできる故障診断方法を提供することを目的とする。

【0019】

また、本発明は、本発明の故障診断方法を実施する故障診断システム、並びに、この故障診断システムに使用するプリント配線基板を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

すなわち、本発明に係る故障診断方法は、回路基板の配線や搭載部品内部などの診断対象部位を流れる電流から発生する磁束を磁界センシング部としての機能をなすコイルの巻線に通過させることで磁界センシング部に発生する誘導起電力を読み取り、この読み取った誘導起電力と予め測定しておいた正常状態の誘導起電力とを比較することにより、回路基板の配線や搭載部品の故障の有無を診断する故障診断方法であって、磁界センシング部としてのスパイラルコイルを、診断

対象部位に対向し、かつスパイラルコイルの磁路長が診断対象部位の幅と略同一もしくはそれ以下で、さらに診断対象部位を流れる電流方向に対して垂直かつ固定的に配置することとした。

【0021】

ここで、「診断対象部位」としての具体的な態様としては、たとえば、故障診断の対象部位を搭載した回路基板における、故障診断の対象部品そのもの、対象部位の端子、あるいは診断対象部位に接続されている配線パターンなどが考えられる。

【0022】

磁界センシング部に発生する誘導起電力を読み取るに際しては、スパイラルコイルの開放端に生じる誘起起電圧を読み取る態様と、スパイラルコイルに流れる電流を読み取る態様の何れを用いてもよい。

【0023】

診断対象部位に応じた位置にスパイラルコイルを固定的に配置するに際しては、回路基板上の外層（表面や裏面）もしくは内層にプリント配線パターンにより形成してもよいし、ケーブル部材とこのケーブル部材の物理的な位置を固定する固定部材とで形成してもよい。

【0024】

「診断対象部位に応じた位置に固定的に配置する」とは、他の診断対象部位からの磁界の影響を受けることがないように、個々の診断対象部位に対して1対1に、かつコイルの巻線と故障診断の対象部位との間の物理的な位置関係が一定の状態に維持されるようにという意味である。たとえば回路基板とコイル巻線とが物理的に固定される状態、あるいは複数の基板を有してなる装置に適用する場合には、複数の回路基板間の信号インタフェースを取るための信号ケーブルとコイル巻線とが物理的に固定される状態などである。

【0025】

本発明に係る故障診断システムは、上記本発明に係る故障診断方法を実施するシステムであって、磁界センシング部としての機能をなすコイルであって、診断対象部位に対向し、かつスパイラルコイルの磁路長が診断対象部位の幅と略同一

もしくはそれ以下で、さらに診断対象部位を流れる電流方向に対して垂直かつ固定的に配置されたスパイラルコイルと、診断対象部位を流れる電流から発生する磁束が磁界センシング部としての機能をなすスパイラルコイルの巻線を通することで磁界センシング部に発生する誘導起電力を読み取り、この読み取った誘導起電力と予め測定しておいた正常状態の誘導起電力とを比較することにより、診断対象部位の故障の有無を診断する故障診断部とを備えるものとした。

【0026】

本発明に係るプリント配線基板は、上記本発明に係る故障診断システムに使用される基板において、磁界センシング部としての機能をなすコイルであって、診断対象部位に対向し、かつスパイラルコイルの磁路長が診断対象部位の幅と略同一もしくはそれ以下で、さらに診断対象部位を流れる電流方向に対して垂直かつ固定的に配置されたスパイラルコイルを備えているものとした。

【0027】

また従属項に記載された発明は、本発明に係る故障診断システムやプリント配線基板のさらなる有利な具体例を規定する。

【0028】

【作用】

本発明に係る上記構成においては、先ず、個々の診断対象部位に対して1対1に、かつコイルの巻線と診断対象部位との間の物理的な位置関係が一定の状態に維持されるように、磁界センシング部をなすスパイラルコイルを固定的に配置する。そして、回路基板の配線や搭載部品内部を流れる電流から発生する磁束を磁界センシング部としての機能をなすスパイラルコイルの巻線に通過させることで磁界センシング部に発生する誘導起電力を読み取り、この読み取った誘導起電力と予め測定しておいた正常状態の誘導起電力とを比較することにより、回路基板の配線や搭載部品の故障の有無を診断する。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0030】

図1は、本発明を実現するための基本的な構成と作用を説明する図である。抵抗素子、誘導素子、あるいは容量素子などの受動部品、あるいは、トランジスタやIC (Integrated Circuit) などの能動部品などの図示しない回路部材が搭載されている回路基板 (プリント基板) 10の表面には配線パターン26が形成されている。図示した例では、2つの配線パターン26a, 26bが所定間隔を隔てて隣接して配置されている。

【0031】

配線パターン26a, 26bは、主にマイクロストリップ線路であるが、配線を通れる電流によって、図1に示す磁界が発生する。磁路長LENが配線パターンの幅PWと略同一幅のスパイラルコイル (スパイラルコイル状をしたインダクタ) 30を図1に示すように、一方の配線パターン26a上に非接触で近接して、配線パターン26aを通れる電流方向に対して垂直に配置する。

【0032】

こうすると、検査対象の配線パターン26aに隣接する他方の配線パターン26bによる磁界は距離が離れている分微弱な磁界しかコイル径Wのスパイラルコイル30中を通過せず、検査対象とする一方の配線パターン26aの電流による磁界のみが効率よくスパイラルコイル30を通過するようになる。そして、このスパイラルコイル30の誘導起電力によって検査対象の配線パターン26のみの電流変化を監視することができるようになる。

【0033】

たとえば、配線パターン26を通れる電流によって生じる、スパイラルコイル30を通過する磁束をΦとすると、スパイラルコイル30の両端に誘起される誘導起電圧Vは、式(1)により求められる。

【数1】

$$V = \frac{d\Phi}{dt} \quad \dots (1)$$

【0034】

なお、磁界センシング部としてのスパイラルコイル30に発生する誘導起電力を読み取るものであればよく、式(1)で示したように、スパイラルコイル30

の開放端に生じる誘起起電圧を読み取る態様に限らず、スパイラルコイル 30 に流れる電流を読み取る態様としてもよい。

【0035】

隣接配線の影響を軽減するには、検査対象の配線パターン 26 a に隣接する配線パターン 26 b からの磁界ができるだけスパイラルコイル 30 を通過しないようにすることが好ましい。このためには、スパイラルコイル 30 の磁路長が回路基板の故障診断の対象部位に応じた所定の配線パターンの幅と略同一もしくはそれ以下であることが好ましい。

【0036】

また、精度のよい検査をするには、検査対象の配線パターン 26 a とスパイラルコイル 30 との物理的な位置関係を固定することが望ましい。故障診断の対象部位に応じた所定の配線パターンに対して固定的にスパイラルコイル 30 を配置するに際しては、回路基板上の外層（表面や裏面）もしくは内層にプリント配線パターンにより形成するとよい。

【0037】

また、予め巻き線にて形成したコイルをテーピング部材などの固定部材を用いて電氣的に非接触となるように、略密着して固定してもよい。この際には、たとえば、磁路の開口部断面が略円形若しくは楕円状にコイルを形成した後に、そのコイルを扁平状にしてから、診断対象部位に対応する位置に、診断対象部位の配線パターンとコイルの扁平面とが対向するように固定配置してもよい。こうすることで、配置の安定性がよくなる。

【0038】

図 2 は、図 1 に示した仕組みを利用した故障診断システムの一例を示す図である。ここで、図 2 (A) は第 1 例のスパイラルコイル 30 の平面透視図とともに故障診断システムの概略を示した図、図 2 (B) は図 2 (A) の X-X 線（スルーホール部）におけるスパイラルコイル 30 の断面透視図、図 2 (C) はスパイラルコイル 30 の回路シンボル図、図 2 (D) は故障診断システム 1 を構成する故障診断部 90 の詳細例を示したブロック図である。図 2 (C) の回路記号の第 1 の端子 31 と第 2 の端子 32 は、図 2 (A) の平面透視図の第 1 の端子 31 と

第2の端子32にそれぞれ対応している。

【0039】

故障診断システム1は、検査対象の配線パターン26に対応するように配置されたスパイラルコイル30と、スパイラルコイル30により検出された誘導起電力に基づいて配線パターン26における信号の故障の有無を診断する故障診断部90とから構成されている。

【0040】

図2(B)に示すように、回路基板10は、2枚の絶縁体37が積層されており、一方(図では右側)の絶縁体37aの表面に配線パターン26がプリント形成されている。そして、絶縁体37aを挟んだ配線パターン26に対向する反対側の(図では左側)の絶縁体37bの両面に形成されたプリント配線パターンにて、第1例のスパイラルコイル30が形成されている。つまり、第1例のスパイラルコイル30は、回路を構成する回路基板(プリント配線基板)10と同一基板上に構成されている。

【0041】

具体的には、第1例のスパイラルコイル30は、対向する2層の導体層の一部を切り取ってできる複数の導体(それぞれ複数本配された第1の導体34および第2の導体35)をスルーホール(バイアホール)36を使用して所定の順に(巻き線を形成するように)接続して構成されている。スルーホール36の間には、絶縁体37bと同様の絶縁体37cが配されている。

【0042】

図2(A)に示すように、スパイラルコイル30の開放端である第1の端子31および第2の端子32には、回路基板10における故障の有無を検出するための故障診断部90が接続されるようになっている。故障診断部90は、回路基板10に電源が供給され回路部材が動作することで配線パターン26にて発生する磁界によりスパイラルコイル30に誘起される誘導起電力を検出する。そして、予め測定しておいた正常状態の誘導起電力(つまり期待値)と実働状態の誘導起電力とを比較することにより、回路基板10における故障の有無を診断する。なお、故障診断部90を回路基板10上に設けることで、装置の起動時などに装置

自身が基板の診断を行なう自己診断システムを構築するようにしてもよい。

【0043】

図2(D)に示すように、故障診断部90は、スパイラルコイル30に誘起される誘導起電力を検出するとともに所定レベルに増幅する差動増幅器で構成されたバッファ92と、バッファ92から出力されたアナログ電圧をデジタルデータに変換するA/D(Analog to Digital)変換部94と、正常時にスパイラルコイル30に誘起された誘導起電力(期待値)を記憶する半導体メモリなどの記憶部96と、記憶部96に記憶された期待値と実働状態の誘導起電力とを比較して故障の有無を判定する比較判定部98と、故障診断システム1の全体を制御する制御部99とを備えている。

【0044】

スパイラルコイル30に誘起された誘導起電力はバッファ92により所定レベルに増幅された後にA/D変換部94によってデジタルデータに変換される。たとえば、制御部99は、正常動作時に、スパイラルコイル30の誘導起電力信号を取り込み、記憶部96に記憶させておく。なお、1回の測定で得られた誘導起電力信号をもとに特徴抽出を行なって期待値としてもよいし、複数回検知した平均的なデータを期待値としてもよい。

【0045】

次に、比較判定部98は、実際に回路を動作させて、スパイラルコイル30の誘導起電力信号を常時取り込みながら、制御部99の指示に従い、記憶部96に記憶しておいた正常時の波形と常時取り込んでいる波形とを常に比較し、波形に差が生じた時に、回路基板の配線や搭載部品に故障が生じていると判定する。そして、故障を検知した際には、図示しない警報部で警報(アラーム)を発するか故障内容を通知するようにする。警報部は、故障診断部90を有する装置の内部に設けてもよいし、故障診断部90が診断対象装置から遠くに離れた場所にある場合などは、電話回線やインターネットを介して装置の状態を集中管理する場所に設置して、そこで警報を発するようにしてもよい。

【0046】

なお、たとえば、読み取った波形の特徴を解析する特徴量抽出部を設けて、故

障した際の波形の変化状態を詳細に解析することで、さらに故障内容を詳しく同定することもできる。また、単なる波形比較に限らず、たとえば、周波数解析部を設けて、読み取った波形をフーリエ変換すること（図示せず）などにより、ピークが発生する周波数値を確認することで、回路基板 10 に異常が発生しているかどうかを解析する構成としてもよい。

【0047】

図 2 に示したような構成によれば、プリント配線パターンによりスパイラルコイル 30 を形成しているので、特段の固定部材を用いることなく、磁界センシング部として機能するスパイラルコイル 30 と回路基板 10 上の診断対象部位である配線パターン 26 との物理的な位置関係を固定することができる。そしてこれにより、期待値取得時（正常時）や故障診断中の誘導起電力の状態を確実に安定化させることができる。つまり、故障診断の判断指標となる誘導起電力を精度よく取得することができ、診断性能も向上する。

【0048】

また、プリント配線パターンによりスパイラルコイル 30 を固定配置しているので、当然に、診断箇所プローブを近づけて観察したり、プローブを対象部位に近づけたりするためのメカニカルな手段を必要としない。回路基板を作り込むときに、磁界センシング用のスパイラルコイル 30 を診断対象部位である配線パターンに（複数の場合にはそれぞれに）応じて一体的にパターンニングしておけばよいので、基板としての付加的なコストは殆ど掛からず、低コストで、実現することができる。

【0049】

これにより、任意の複数の範囲の回路動作をモニタする場合でも、電子回路に複雑な故障診断回路を付加することなく、低コストで磁界センシング部をシステムに組み込み可能で、しかも高精度に回路動作を監視することのできる故障診断システムを提供することができるようになる。

【0050】

図 3 は、回路を構成する回路基板 10 と同一基板上にスパイラルコイルを構成する第 2 例を示した図である。ここで、図 3（A）は第 2 例のスパイラルコイル

50と配線パターン60との空間的な配置関係を示した図、図3(B)は平面透視図、図3(C)は図3(A)におけるX-X線(スルーホール部)のスパイラルコイル50部分の断面透視図である。

【0051】

図3(C)に示すように、回路基板10は、配線パターン60を構成する第1の配線層61、グランド層65、電源層64、および第2の配線層62が、この順に、絶縁層67を挟んで積層された回路基板として構成されている。そして、第1の配線層61の絶縁層67を挟んだ対向する反対側の(図では上側)に、プリント配線パターンにて、第2例のスパイラルコイル50が、さらに積層されてパターン形成されている。

【0052】

つまり、第2例のスパイラルコイル50も、回路を構成する回路基板10と同一基板上に構成されている。具体的には、第2例のスパイラルコイル50は、配線パターン60を構成する層の上に、2つのコイル層(導体層)51、52と絶縁層57とが追加され、第1のコイル層51には第1の導体54が、第2のコイル層52には第2の導体55が、それぞれ複数本分パターン形成されている。

【0053】

そして、第1の導体54および第2の導体55をスルーホール56を使用して所定の順に(巻き線を形成するように)接続することで、第2例のスパイラルコイル50が形成されている。絶縁層57内におけるスルーホール56の間には、外側の絶縁層57を構成する絶縁性の基材と同様の絶縁体57cが配され絶縁層57の一部を構成するようになっている。

【0054】

スパイラルコイル50の配置は、回路動作をモニタすべき配線パターン60(特に第1の導体74にて形成されるスパイラルコイル50と対向する配線)の上に配置するが、その際、図3(A)に示すように、コイルの径方向をW、磁路長方向をLENとすると、磁路長LENは配線幅PWと略同一もしくは小さくすることで、隣接配線の磁束の影響を最小限にし、かつ対象配線による磁束を効率よく検出することができるようになる。

【0055】

第1のコイル層51と第2のコイル層52との間隔は絶縁層57の厚さに依存し、使用する基板仕様によって制限を受けやすい（設定の自由度がない）が、コイル径Wは、第1の導体54および第2の導体55のパターン長さ（両端のスルーホール56の間隔にほぼ等しい）で調整可能である。コイル径Wを大きくすることで、スパイラルコイル50を通過する磁束が増加するので、第1の導体54および第2の導体55のパターン長さをパターン設計時に調整することで、誘導起電力の大きさに応じてコイル径Wを調整することができる。

【0056】

図4は、スパイラルコイルの第3例を示した図である。ここで、図4（A）は第3例のスパイラルコイル70と配線パターン60との空間的な配置関係を示した図、図4（B）は、図4（A）におけるX-X線（スルーホール部）のスパイラルコイル70部分の断面透視図である。

【0057】

この第3例のスパイラルコイル70は、回路を構成するプリント配線基板88とは別の基板、たとえばFPC（Flexible Printed Circuit；フレキシブル配線）基板78の上に第1例と同様にスパイラルコイル70を形成し、スパイラルコイル70が形成されたFPC基板78をプリント配線基板88に近接して配置する。

【0058】

具体的には、第3例のスパイラルコイル70は、2つのコイル層（導体層）71、72と絶縁層77とが設けられ、第1のコイル層71には第1の導体74が、第2のコイル層72には第2の導体75が、それぞれ複数本分パターン形成されている。そして、第1の導体74および第2の導体75をスルーホール76を使用して所定の順に（巻き線を形成するように）接続することで、第3例のスパイラルコイル70が形成されている。

【0059】

絶縁層77内におけるスルーホール76の間には、外側の絶縁層77を構成する絶縁性の基材と同様の絶縁体77cが配され絶縁層77の一部を構成するよう

になっている。2つのコイル層71, 72の表面にも絶縁層77が形成されている。絶縁層77を構成する基材としては、柔軟性のあるプラスチック部材（たとえばポリイミドなど）が使用される。

【0060】

回路を構成するプリント配線基板88は、第2例で示した回路基板10における配線パターン60部分と同じように、配線パターン80を構成する第1の配線層81、グランド層85、電源層84、および第2の配線層82が、この順に、絶縁層867を挟んで積層された回路基板として構成されている。

【0061】

FPC基板78上のスパイラルコイル70もやはり、回路動作をモニタしたい配線パターン80（特に第1の配線層81内の配線）に対応してスパイラルコイル70が配置されるように構成し、位置を合わせて近接配置する。

【0062】

図5は、スパイラルコイルの第4例を示した図であり、スパイラルコイル部分の断面透視図を示している。この第4例のスパイラルコイル50は、第2例のスパイラルコイル50を変形したものであって、スパイラルコイル50を形成する対向する2つのコイル層（導体層）51, 52の間に配される絶縁層57の一部、具体的には、絶縁層57内におけるスルーホール56の間に配されていた絶縁体57cやスルーホール56の外側を、絶縁性磁性体層59に置き換えた構造となっている。つまり、スパイラルコイル50を構成するために用いられる対向する2層の導体層（コイル層51, 52）間の一部に絶縁性の磁性材が層状に配置された構造となっている。

【0063】

2層の導体層間に絶縁性の磁性材を層状に配置する技術としては、たとえば特開平11-40915号に記載の技術を利用するのがよい。たとえば、絶縁性磁性体層59を構成する磁性材として、絶縁性磁性体を用いるとよい。絶縁性磁性体は、たとえば、Ni-Zn系フェライト微粒粉末、Mn-Zn系フェライト微粒粉末、センダスト微粒粉末、あるいはLi系フェライト微粒粉末と、絶縁溶剤との混合物が用いられるとよい。絶縁溶剤にはエポキシ系絶縁溶剤が含まれる。

【0064】

なお、2つのコイル層51, 52間に配置される絶縁性の磁性体として、両面に絶縁コーティングが施された金属箔が用いられてもよい。両面に絶縁コーティングが施された金属箔は、アモルファス磁性箔多層帯を含む。

【0065】

さらに、絶縁層57内におけるスルーホール56の間に配されていた絶縁体57cの部分に限らず、絶縁層57の全体を絶縁性磁性体層59に置き換えてもよい。つまり、スパイラルコイル50を構成するために用いられる対向する2層の導体層（コイル層51, 52）間の全面領域に絶縁性の磁性材が層状に配置された構造としてもよい。

【0066】

このように、スパイラルコイル50を構成するために用いられる対向する2層の導体層（コイル層51, 52）間の一部または全面領域に絶縁性の磁性材を配することで、スパイラルコイル50のインダクタンスを増大することができるので、スパイラルコイル50の感度を向上させることができ、より精度の高い故障診断システムを構築することができる。

【0067】

なお、この第4例のように、絶縁性磁性体層を配する仕組みは、第2例のスパイラルコイル50に対してだけでなく、他のものにも同様に適用することができる。たとえば、第1例のスパイラルコイル30を構成する2層のコイル層31, 32間の一部、つまりスルーホール36の間に配された絶縁体37c、あるいは層間の全面領域に、絶縁性の磁性材を配してもよい。同様に、第3例のスパイラルコイル70を構成する2層のコイル層71, 72間の一部、つまりスルーホール76の間に配された絶縁体77c、あるいは層間の全面領域に、絶縁性の磁性材を配してもよい。

【0068】

図6は、回路およびプリント配線基板に故障診断システム1を適用した例を説明する図である。ここで、図6（A）は、デジタル信号Vinを入力して負荷抵抗としての抵抗素子25に電流Ioutを流すオープンコレクタ型のインバータ

回路を示したものである。また、図 6 (B) は、インバータ回路が配されたプリント配線基板上にスパイラルコイルを配置した例を示す図、図 6 (C) は、インバータ回路を動作させたときの信号波形の一例を示す図である。

【0069】

図 6 (A) に示すように、オープンコレクタ型のインバータ回路は、オープンコレクタのインバータ素子 23 の出力に抵抗素子 25 がプルアップ抵抗として接続されて構成されている。図 6 (B) に示す例では、インバータ素子 23 が内部に複数配されたインバータ IC 24 の端子 24 a に配線パターン 26 を介して抵抗素子 25 の一方の端子が接続されている。抵抗素子 25 の他方の端子は配線パターン 26 を介して図示しない電源に接続される。

【0070】

そして、端子 24 a に接続された配線パターン 26 を検知対象とする第 1 例のスパイラルコイル 30 が、その配線パターン 26 上に配置されている。スパイラルコイル 30 の両端は、図示しない故障診断部 90 に接続される（図 2 (D) を参照）。スパイラルコイル 30 は、第 1 例のものに限らず、第 2 例～第 4 例のものであってもよい。

【0071】

ここで、インバータ素子 23 に入力される入力電圧 V_{in} がローレベルのときは、オープンコレクタ型のインバータ素子 23 の出力はハイインピーダンス状態となり、抵抗素子 25 にてプルアップされたインバータ素子 23 は、その出力がハイレベルとなる。そして、インバータ素子 23 の入力電圧 V_{in} がローレベルからハイレベルに遷移すると、オープンコレクタ型のインバータ素子 23 の出力はローレベルに遷移するため、抵抗素子 25 に電流 I_{out} が流れる。

【0072】

この抵抗素子 25 における電流の変動量がスパイラルコイル 30 の誘導起電力として出力されるので、回路が正常であれば、スパイラルコイル 30 には、図 6 (C-1) に示すような微分波形が出力される。一方、たとえば、インバータ素子 23 が正常であって抵抗素子 25 が故障してオープン状態となった場合（故障時の一例）、図 6 (C-2) に示すように、インバータ素子 23 の入力電圧 V_i

nがローレベルからハイレベルに遷移しても、抵抗素子25には電流が流れなくなるので、スパイラルコイル30には誘導起電力は出力されない。

【0073】

よって、図示しない故障診断部90は、常時行なっている正常波形との比較処理において、波形の差が生じていると判断することができる。つまり、回路（本例では抵抗素子25）に故障が生じたことを検知することができる。しかも、図6（C-2）に示す故障時の波形から、抵抗素子25に電流I_{out}が流れていないことが分かるので、インバータ素子23が正常であるとした場合、抵抗素子25のオープン故障と特定することができる。

【0074】

図7は、CPUやメモリを利用してソフトウェア的に故障診断システムを構成する、すなわちパーソナルコンピュータなどの電子計算機を利用して故障診断システムを構築する場合のハードウェア構成の一例を示した図である。

【0075】

故障診断部90を構成するコンピュータシステム900は、CPU902、ROM（Read Only Memory）904、RAM906、および通信I/F（インタフェース）908を備える。RAM906は、撮像画像データを格納する領域を含んでいる。

【0076】

また、たとえばメモリ読出部907、ハードディスク装置914、フレキシブルディスク（FD）ドライブ916、あるいはCD-ROM（Compact Disk ROM）ドライブ918などの、記憶媒体からデータを読み出したり記録したりするための記録・読取装置を備えてもよい。データは、データバスを通じて各ハードウェア間をやり取りされる。

【0077】

ハードディスク装置914、FDドライブ916、あるいはCD-ROMドライブ918は、たとえば、CPU902にソフトウェア処理をさせるためのプログラムデータを登録するなどのために利用される。また、ハードディスク装置914は、処理対象データを格納する領域を含んでいる。

【0078】

通信 I/F 908 は、インターネットなどの通信網との間の通信データの受け渡しを仲介する。またコンピュータシステム 900 は、回路基板 10 との間のインタフェースの機能をなす I/F 部 930 を備える。

【0079】

なお、上記実施形態で示した故障診断部 90 の各機能部分（特に比較判定部 98）の全ての処理をソフトウェアで行なうのではなく、これら機能部分の一部をハードウェアにて処理回路 940 として設けてもよい。

【0080】

回路基板 10 には、故障診断部 90 の一部を構成する回路部材として、アナログマルチプレクサ 950、バッファ回路 952、および A/D 変換部 954 が配されている。たとえば、検査対象部位としての複数の配線パターン 26 に対応するように、アナログマルチプレクサ 950 が設けられている。回路基板 10 上における検査対象の個々の配線パターン 26 には、第 1 例のスパイラルコイル 30 が配される。スパイラルコイル 30 は、第 1 例のものに限らず、第 2 例～第 4 例のものであってもよい。

【0081】

個々のスパイラルコイル 30 は、その一方の端子が共通にグランドに接続され、他方の端子が、個々に、アナログマルチプレクサ 950 の対応する入力端子に接続されている。アナログマルチプレクサ 950 の選択動作は、コンピュータシステム 900 側の I/F 部 930 からの制御信号 CNT により制御されるようになっている。

【0082】

アナログマルチプレクサ 950 の出力信号は、バッファ回路 952 を介して A/D 変換部 954 によってデジタルデータに変換される。A/D 変換部 954 から出力されるデジタルの検知データは、図示しない出力バッファを介してコンピュータシステム 900 側の I/F 部 930 に入力される。

【0083】

このような構成のコンピュータシステム 900 は、上記実施形態に示した故障

診断部 90 の基本的な構成および動作と同様とすることができる。また、上述した処理をコンピュータに実行させるプログラムは、CD-ROM 922 などの記録媒体を通じて配布される。あるいは、プログラムは、CD-ROM 922 ではなく FD 920 に格納されてもよい。また、MO ドライブを設け、MO に前記プログラムを格納してもよく、またフラッシュメモリなどの不揮発性の半導体メモリカード 924 など、その他の記録媒体に前記プログラムを格納してもよい。

【0084】

さらに、他のサーバなどからインターネットなどの通信網を経由して前記プログラムをダウンロードして取得したり、あるいは更新したりしてもよい。なお、記録媒体としては、FD 920 や CD-ROM 922 などの他にも、DVD などの光学記録媒体、MD などの磁気記録媒体、PD などの光磁気記録媒体、テープ媒体、磁気記録媒体、IC カードやミニチュアカードなどの半導体メモリを用いることができる。

【0085】

記録媒体の一例としての FD 920 や CD-ROM 922 などには、上記実施形態で説明した故障診断部 90 における処理の一部または全ての機能を格納することができる。すなわち、RAM 906 などにインストールされるソフトウェアは、上記実施形態に示された故障診断部 90 と同様に、比較判定部 98 や特徴量抽出部、あるいは周波数解析部などの機能部をソフトウェアとして備える。このようなソフトウェアは、故障監視用のアプリケーションソフトとして、CD-ROM や FD などの可搬型の記憶媒体に格納され、あるいはネットワークを介して配布されるとよい。

【0086】

そして、故障診断部 90 をコンピュータにより構成する場合、CD-ROM ドライブ 918 は、CD-ROM 922 からデータまたはプログラムを読み取って CPU 902 に渡す。そしてソフトウェアは CD-ROM 922 からハードディスク装置 914 にインストールされる。ハードディスク装置 914 は、FD ドライブ 916 または CD-ROM ドライブ 918 によって読み出されたデータまたはプログラムや、CPU 902 がプログラムを実行することにより作成されたデ

ータを記憶するとともに、記憶したデータまたはプログラムを読み取ってCPU 902に渡す。

【0087】

ハードディスク装置914に格納されたソフトウェアは、RAM906に読み出された後にCPU902により実行される。たとえばCPU902は、記録媒体の一例であるROM904およびRAM906に格納されたプログラムに基づいて上記の処理を実行する。たとえば、先ず、正常動作時に、スパイラルコイル30の誘導起電力信号をアナログマルチプレクサ950で切り換えながら取り込み、ハードディスク装置914などの記憶装置に記憶させておく。次に、実際に回路を動作させて、スパイラルコイル30の信号を常時取り込みながら、CPU902の指示に従い、ハードディスク装置914などに記憶しておいた正常時の波形と常時取り込んでいる波形とを常に比較し、波形に差が生じた時に、故障と判定して、アラームを発するか故障内容を通知する。また、故障した際の波形の変化状態を詳細に解析することで、さらに故障内容を詳しく同定する。

【0088】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。発明の要旨を逸脱しない範囲で上記実施形態に多様な変更または改良を加えることができ、そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれる。

【0089】

また、上記の実施形態は、クレーム（請求項）にかかる発明を限定するものではなく、また実施形態の中で説明されている特徴の組合せの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。前述した実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜の組合せにより種々の発明を抽出できる。実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、効果が得られる限りにおいて、この幾つかの構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

【0090】

たとえば、上記実施形態で示した第1～第4例のスパイラルコイルでは、スパ

イラルコイルを診断対象部位に対応するようにプリント基板上にパターン形成する態様を示したが、スパイラルコイルは、パターン形成以外の手法にて形成してもかまわない。たとえば、図1の説明にても述べたように、予め巻き線にて形成したコイルを、テーピング部材などの固定部材を用いて電氣的に非接触となるように固定してもよい。

【0091】

また、上記実施形態では、診断対象部位として、診断対象部品に接続されている配線パターンを一例に説明したが、故障診断の対象部位は、配線パターンに限るものではない。たとえば、対象部品の端子や部品そのものであってもよい。

【0092】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、スパイラルコイルを、個々の診断対象部位に対向する位置に固定的に配置するようにしたので、磁界センシング部として機能するスパイラルコイルと診断対象部位との物理的な位置関係を固定することができる。そしてこれにより、期待値取得時（正常時）や故障診断中の誘導起電力の状態を確実に安定化させることで、故障診断の判断指標となる誘導起電力を精度よく取得することができ、診断性能が向上する。

【0093】

また、故障診断の対象部位に応じて、スパイラルコイルの設置数を自由に設定することができる。たとえば、任意の複数の範囲の回路動作をモニタする際には、その複数の部位に対して、スパイラルコイルを個々に配置することも容易である。これにより、任意の複数の範囲の回路動作をモニタするため、複数の複雑な専用プローブをシステム内に組み込んだり、そのプローブを移動させたりするなどの手段を必要としない。

【0094】

このように、本発明によれば、故障診断部位の特定要求の度合いに応じてスパイラルコイルを適宜設置するだけの簡易な構造で足りるようになった。また、このことにより、コスト面と故障診断の対象部位の設定の自由度という点で、利用者にとって、使い勝手のよい故障診断の仕組みを提供することができるようにな

った。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係るスパイラルコイルの基本的な構成と作用を説明する図である。

【図 2】 図 1 に示した仕組みを利用した故障診断システムの一例を示す図である。

【図 3】 回路基板と同一基板上にスパイラルコイルを構成する第 2 例を示した図である。

【図 4】 スパイラルコイルの第 3 例を示した図である。

【図 5】 スパイラルコイルの第 4 例を示した図である。

【図 6】 回路およびプリント配線基板に故障診断システムを適用した例を説明する図である。

【図 7】 電子計算機を利用して故障診断システムを構築する場合のハードウェア構成の一例を示した図である。

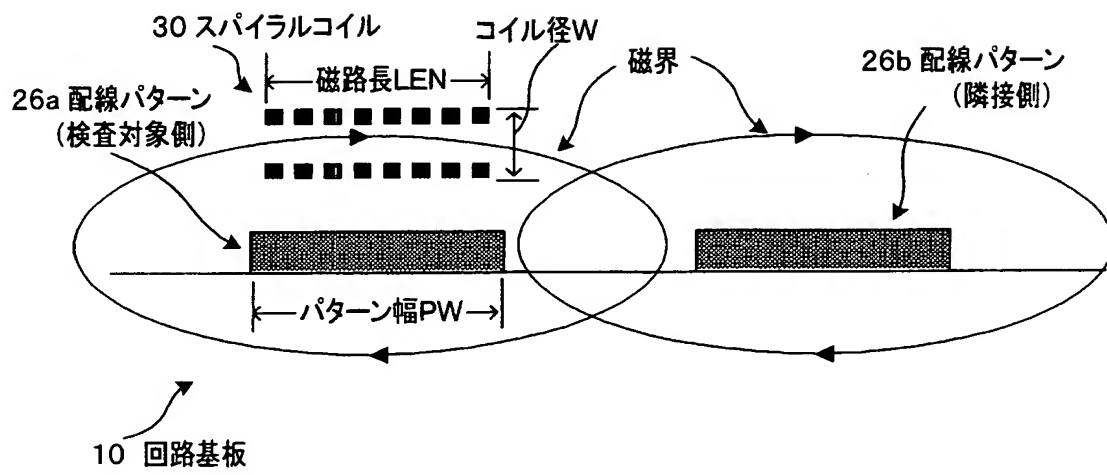
【図 8】 人の手を介在することで、プローブを対象部位に近づけるための仕組みの概要を示す図である。

【符号の説明】

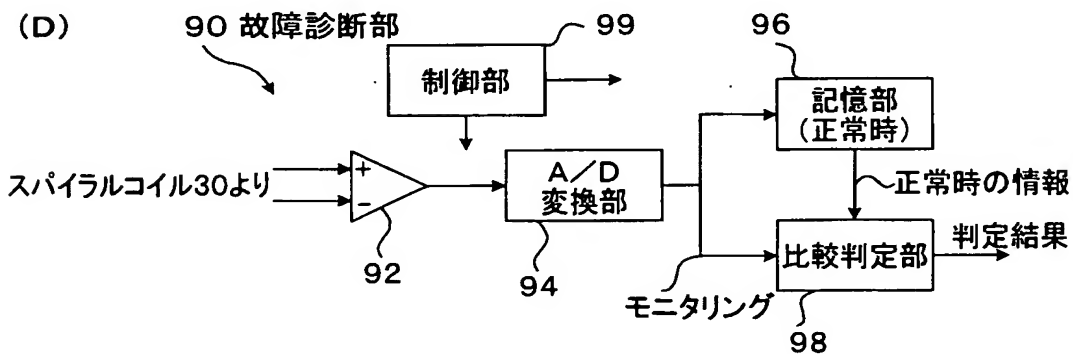
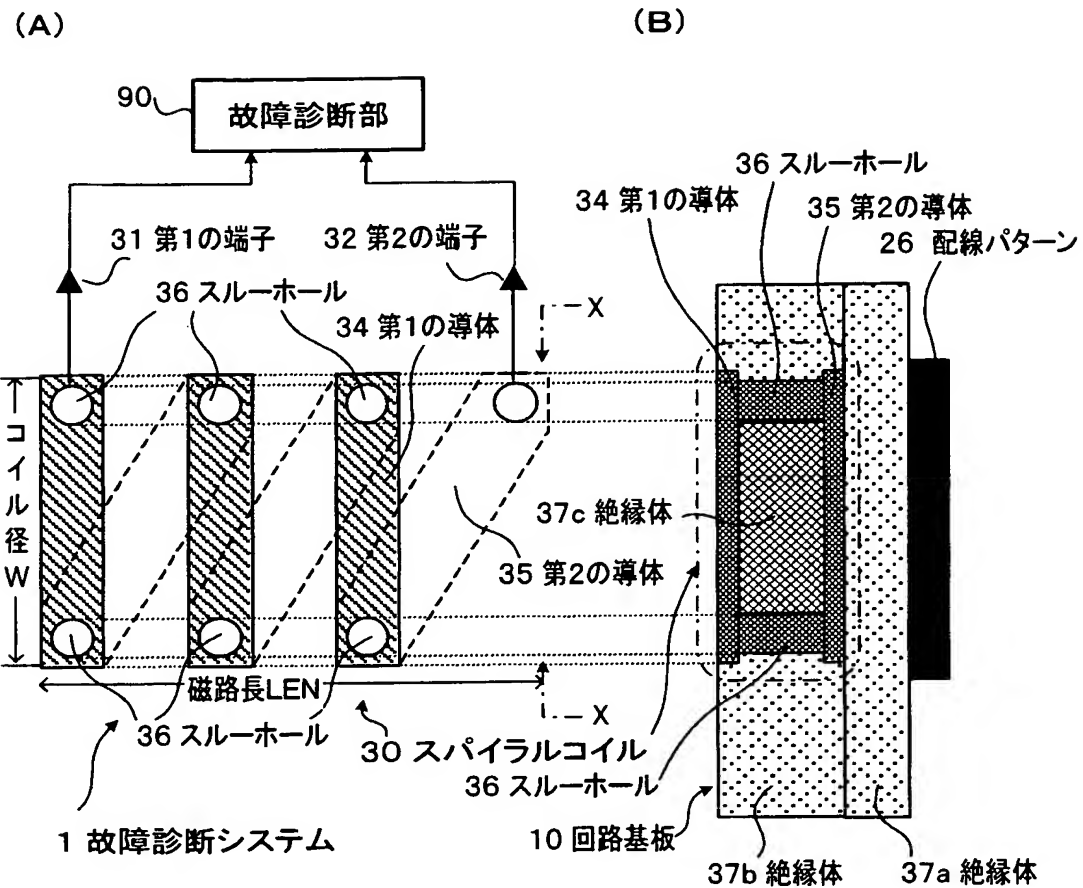
1…故障診断システム、10…回路基板、30, 50, 70…スパイラルコイル、26, 60, 80…配線パターン、59…絶縁性磁性体層、78…FPC基板（フレキシブル配線基板）、88…プリント配線基板、90…故障診断部

【書類名】 図面

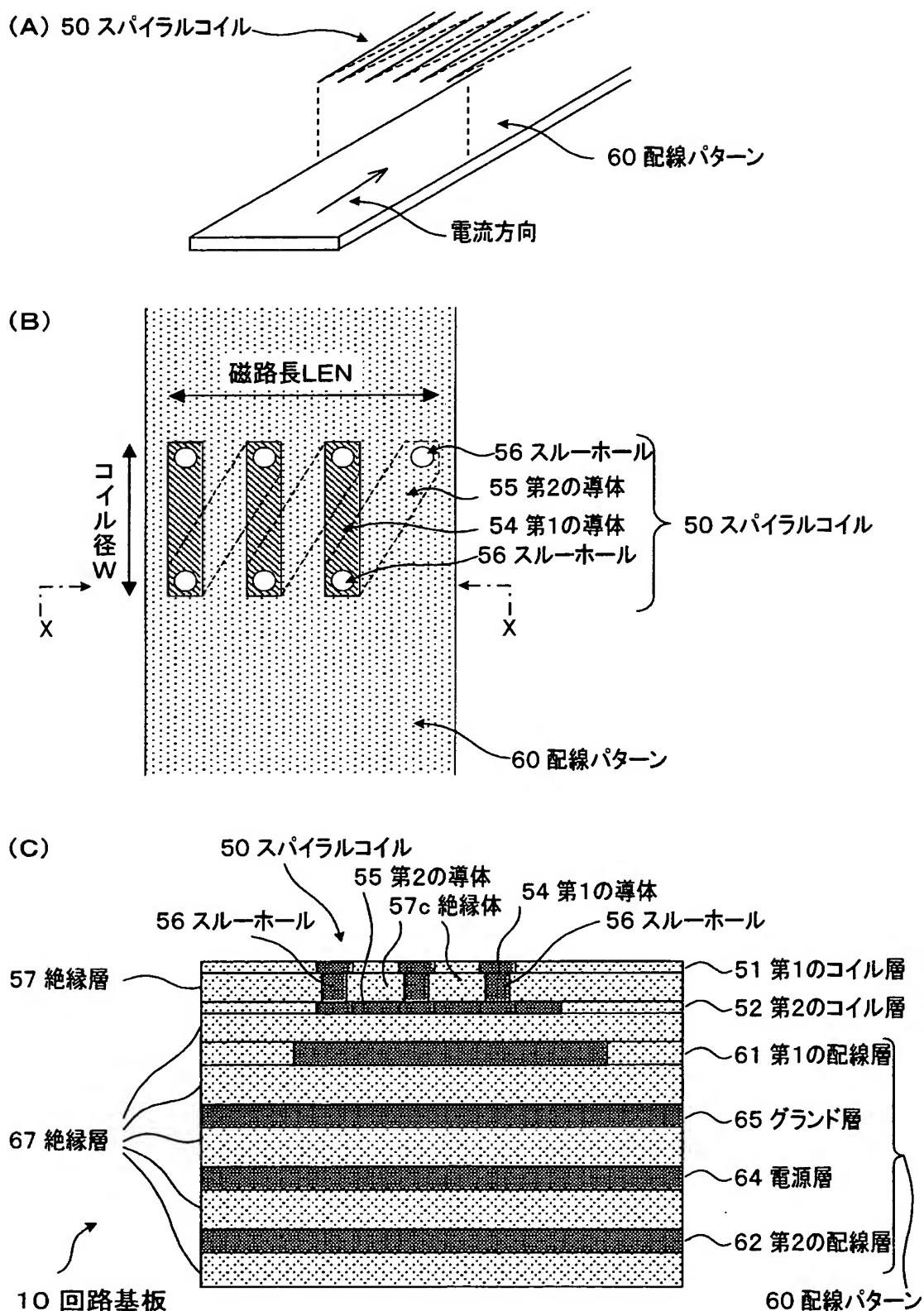
【図 1】



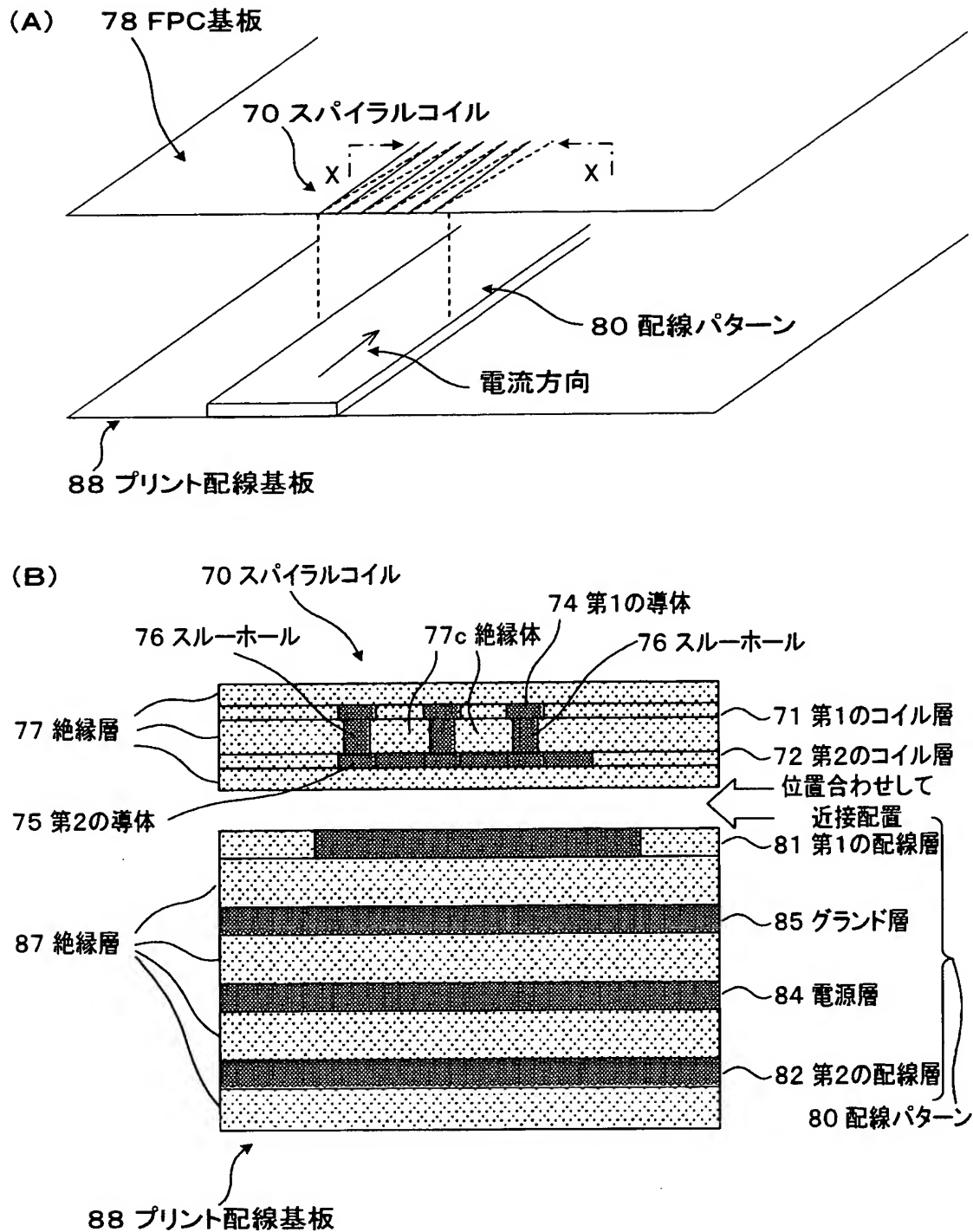
【図 2】



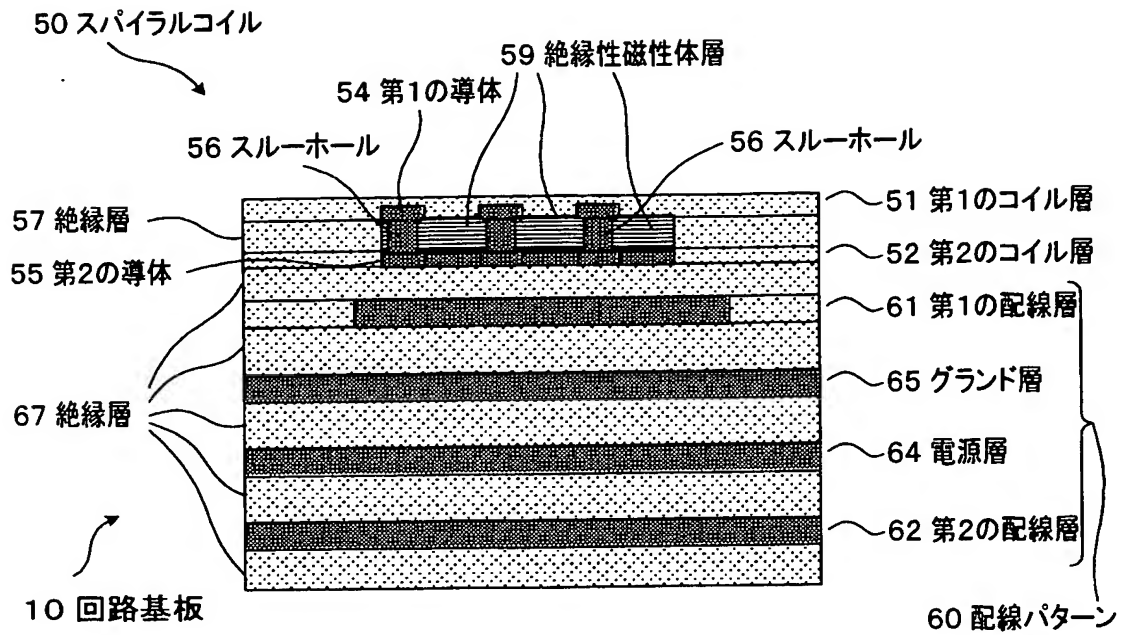
【図 3】



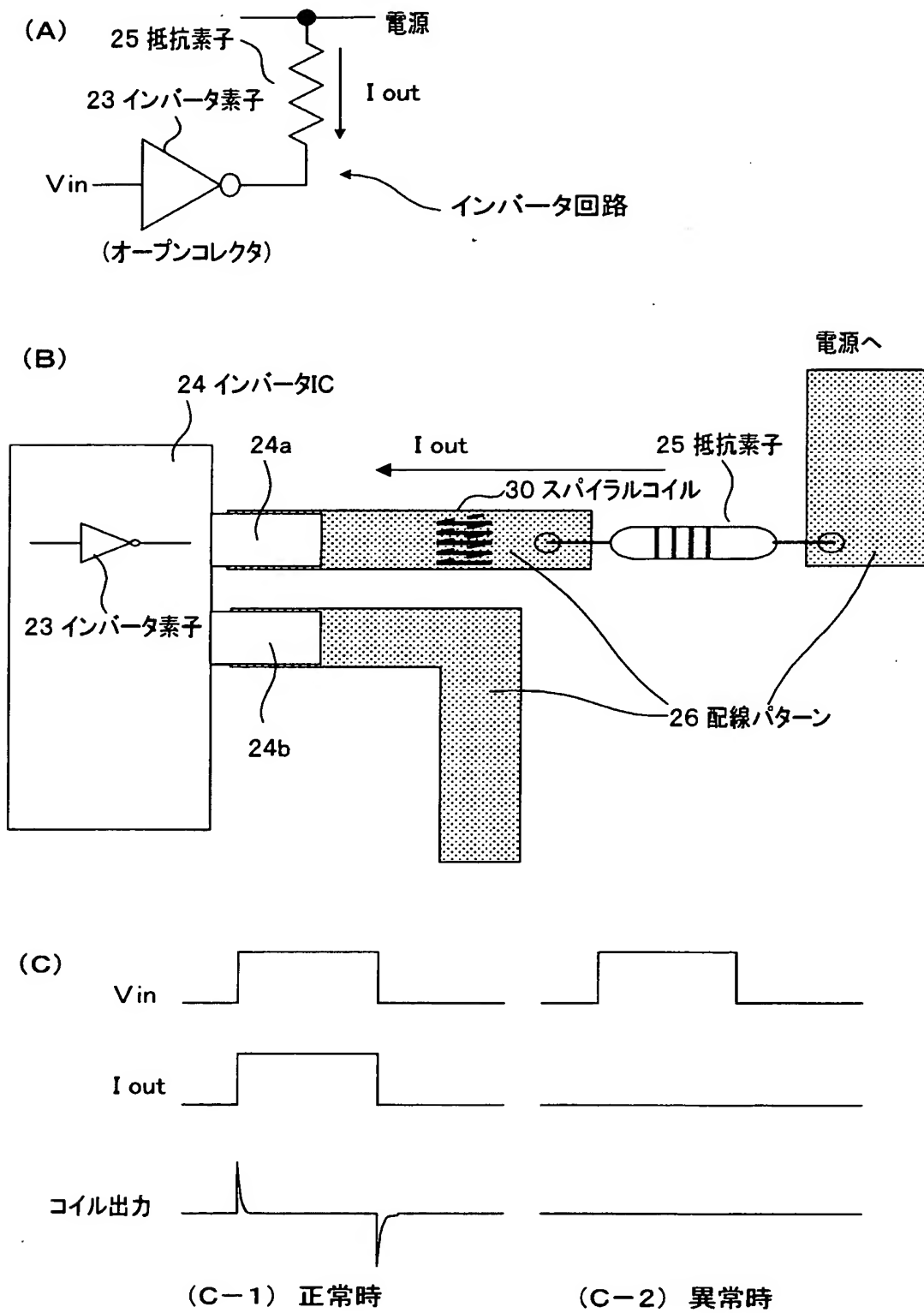
【図 4】



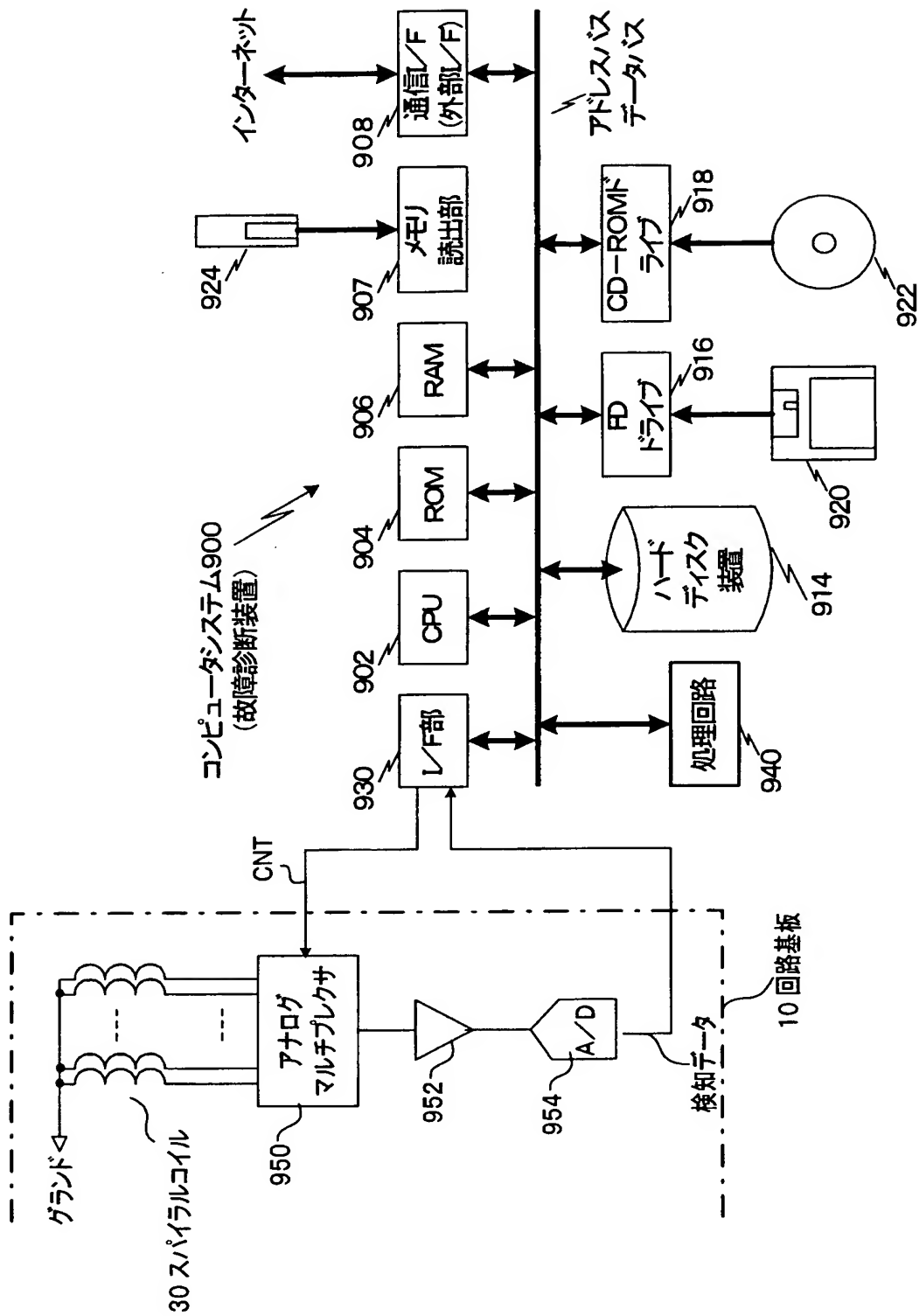
【図 5】



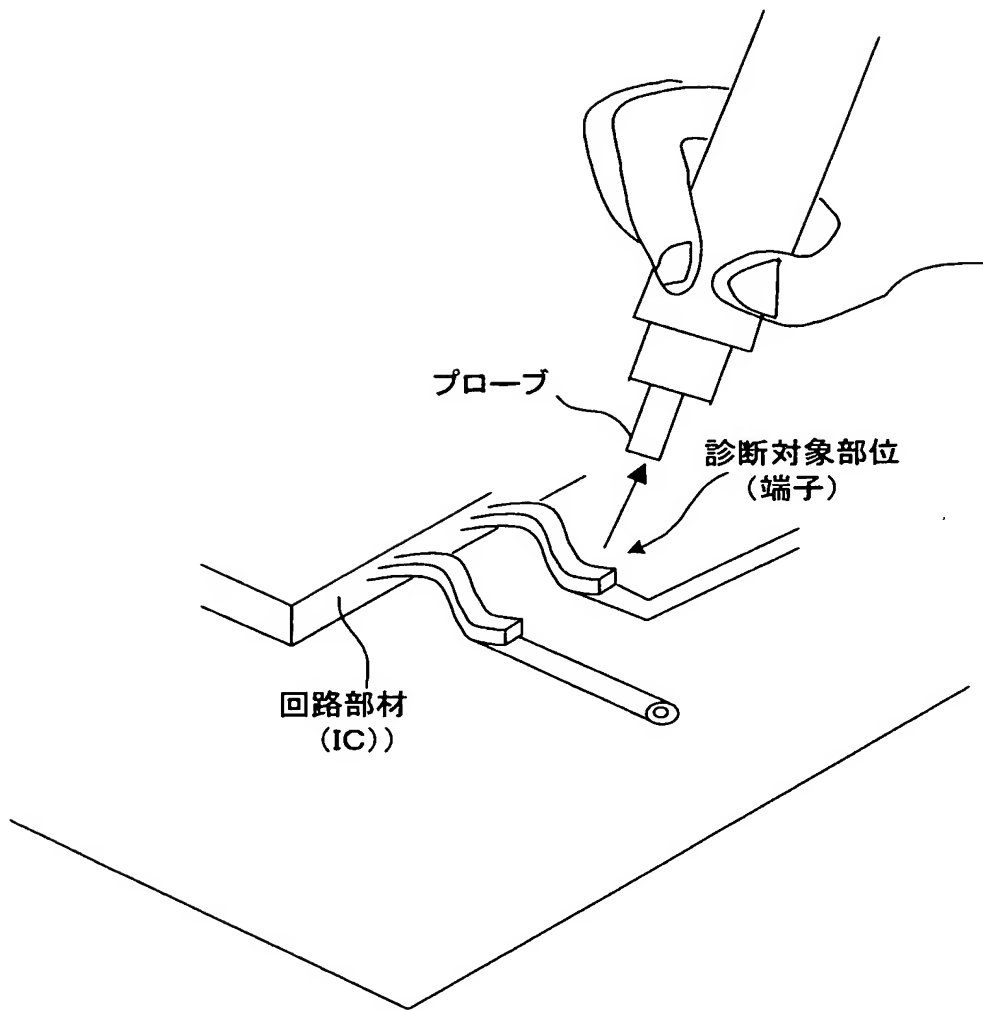
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回路基板の故障を診断するシステムにおいて、使い勝手のよい故障診断の仕組みを低コストで実現することができるようにする。

【解決手段】 故障診断の対象部位に応じた所定位置に、個々の診断対象部位に対して 1 対 1 に、かつコイルの巻線と診断対象部位との間の物理的な位置関係が一定の状態に維持されるように、磁界センシング部をなすスパイラルコイル 3 0 をプリント配線パターンにより形成する。スパイラルコイル 3 0 の開放端である端子 3 1, 3 2 には、回路基板 1 0 における故障の有無を検出するための故障診断部 9 0 を接続する。故障診断部 9 0 は、回路基板 1 0 に電源が供給され回路部材が動作することにより発生する磁界によりスパイラルコイル 3 0 に誘起される誘導起電力を検出する。予め測定しておいた正常状態の誘導起電力と比較することで、基板全体としての故障の有無を診断する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 6 9 2 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 4 9 6]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年 5 月 2 9 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号

氏 名

富士ゼロックス株式会社